

## ОТЗЫВ

*официального оппонента, кандидата физико-математических наук Максима Анатольевича Григорьева о диссертации Сидорова Степана Сергеевича «Деформированные модели суперсимметричной квантовой механики», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.02 – теоретическая физика.*

Диссертация С.С. Сидорова посвящена построению и исследованию моделей суперсимметричной механики с мировой суперсимметрией  $SU(2|1)$ . Интерес к таким моделям связан в первую очередь с тем, что их двумерные обобщения, суперструнные сигма модели на искривленных пространствах, играют важную роль в современном понимании АдС/КТП соответствия и теории суперструн на искривленном фоне. В тоже время они представляют и самостоятельный интерес как простейшие примеры активно изучаемых в последнее время моделей с так называемой жесткой суперсимметрией.

В работе предлагается систематический метод получения суперсимметричных лагранжианов, основанный на использовании суперполей на однородном суперпространстве группы  $SU(2|1)$ . Все построенные модели являются деформациями моделей на основе Пуанкаре суперсимметрии с  $\mathcal{N} = 4$ ,  $d = 1$ . Деформированную суперсимметричную механику можно рассматривать как одномерный аналог теорий с жесткой суперсимметрией или теорий на искривленном суперпространстве.

В диссертации также исследована структура пространства квантовых состояний методами теории представлений супергруппы  $SU(2|1)$ . В частности показано, что структура вырождения отличается от обычной ситуации с суперсимметричным расширением Пуанкаре симметрии.

### Общая характеристика диссертационной работы

Диссертация состоит из введения, трех глав, заключения, двух приложений, списка работ автора и списка цитируемой литературы. В списке цитируемой литературы перечислено 59 библиографических ссылок. Объем диссертации составляет 92 страницы.

Во введении обоснована актуальность исследуемых моделей, приведен обзор области исследования и сформулирована цель работы. В конце введения кратко изложено содержание диссертации.

В первой главе на основе метода форм Картана разработан суперполевым формализм для супергруппы  $SU(2|1)$ , т.е. построено соответствующее суперпространство, для которого найдены ковариантные производные и закон преобразования суперполей. Для более полного описания моделей суперсимметричной механики рассматривается также суперполевым формализм для гармонического аналога суперпространства  $SU(2|1)$ .

Во второй главе рассматриваются супермультиплеты для деформированной суперсимметричной механики, которые удовлетворяют  $SU(2|1)$  ковариантизованным

связям. Построены общие суперполевые инвариантные действия. Особое внимание уделено свободным моделям, для которых проведено квантование соответствующей гамильтоновой механики с построением гильбертова пространства волновых функций и вычислением спектра энергий.

Третья глава посвящена применению  $SU(2|1)$  суперполевого формализма для построения суперкомформных моделей. Приведена реализация суперконформной симметрии в суперпространстве  $SU(2|1)$  и построены суперконформные лагранжианы.

В заключении суммируются основные результаты диссертации и обсуждаются возможные направления исследований.

**Научная новизна и достоверность результатов.** В диссертации был получен и исследован новый класс моделей суперсимметричной механики со свойствами не присущими стандартной Пуанкаре суперсимметрии. Для этого была также разработана новая версия суперполевого формализма, адаптированная для деформированного суперпространства. Наряду с новыми также получена суперполевая формулировка некоторых известных моделей. При этом было показано, что лагранжианы известных моделей явно воспроизводятся из предложенных суперполевых посредством исключения вспомогательных полей. Тем самым результаты диссертации согласуются с ранее полученными результатами.

**Практическая значимость.** Рассмотренная суперсимметричная механика является одномерным аналогом теорий с жесткой суперсимметрией. В частности, цитируемые в диссертации суперсимметричные  $d = 4$ ,  $\mathcal{N} = 1$  теории на многообразии  $S^3 \times \mathbb{R}$  обладают суперсимметрией  $SU(2|1)$ . Таким образом, при размерной редукции к  $d = 1$  теориям, соответствующие модели должны переходить к деформированным моделям суперсимметричной механики.

**Публикации.** По теме диссертации к защите представлены 8 работ автора, из которых 4 опубликованы в рецензируемых научных журналах из перечня рекомендованных ВАК РФ.

Результаты, выносимые на защиту, прошли апробацию на международных научных конференциях. Автореферат соответствует содержанию диссертации.

При оценке диссертационной работы следует отметить следующие замечания:

- Возможное обобщение на модели в двух и более измерениях обсуждается в работе кратко и только в разделе “заключение”. При этом именно с таким обобщением в первую очередь и связан интерес к суперсимметричной механике.
- В работе также не обсуждается возможная связь деформированной суперсимметрии и интегрируемости, известная в недеформированном случае.
- На мой взгляд, для удобства читателя было бы полезно добавить замкнутое изложение математических структур и результатов, использующихся в работе. В частности, инвариантных форм и связностей на супергруппах и их однородных пространствах (супер-косетах).

Указанные замечания, однако, не снижают научной ценности результатов и не влияют на оценку диссертационной работы.

Считаю, что представленная на защиту диссертационная работа «Деформированные модели суперсимметричной квантовой механики» удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым ВАК РФ к кандидатским диссертациям, а сам соискатель С.С. Сидоров заслуживает присвоения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.02 – теоретическая физика.

Кандидат физико-математических наук  
по специальности 01.04.02 – теоретическая физика,  
старший научный сотрудник,  
Физический институт им. П.Н. Лебедева РАН

Григорьев М.А.

Адрес: 119991 Россия, Москва, Ленинский проспект 53  
Физический институт им. П.Н. Лебедева  
Отделение теоретической физики им. И.Е. Тамма  
Email: grig@lpi.ru  
Телефон: +7 906 7773197

Подпись Григорьева М.А. заверяю,  
Ученый секретарь  
Физического института им. П.Н. Лебедева РАН



Цвентух М.М.

4 декабря 2015 г.